

*“It’s not the strongest of the
species that survive, nor the
most intelligent, but the
ones most responsive to
change.”*

~ Charles Darwin

EVOLUCIÓN

¿QUÉ ES UNA ESPECIE?



¿QUÉ ES UNA ESPECIE?



MULA = BURRO + YEGUA

¿QUÉ ES UNA ESPECIE?



BURDÉGANO = BURRA + CABALLO

¿QUÉ ES UNA ESPECIE?



BIODIVERSIDAD



¿Y LA BIODIVERSIDAD DEL PASADO?

- ESPECIES QUE VIVIERON HACE M.A. Y YA NO EXISTEN
- ESPECIES ACTUALES QUE ANTES NO EXISTÍAN

¿CÓMO APARECIERON LAS ESPECIES?



TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN



EVOLUCIÓN

Proceso de transformación de unas especies en otras mediante la acumulación de pequeñas modificaciones que se han ido sucediendo, generación tras generación, (a lo largo de millones de años).

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

1. El estudio de la evolución se centra en el origen de la vida.
2. El ser humano viene del mono.
3. La evolución es “sólo una teoría”, no se trata de un hecho.
4. El proceso de evolución dura mucho tiempo.
5. Los individuos pueden evolucionar.
6. La vida se originó y prosigue al azar.
7. Si crees en la evolución no puedes creer en Dios.

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

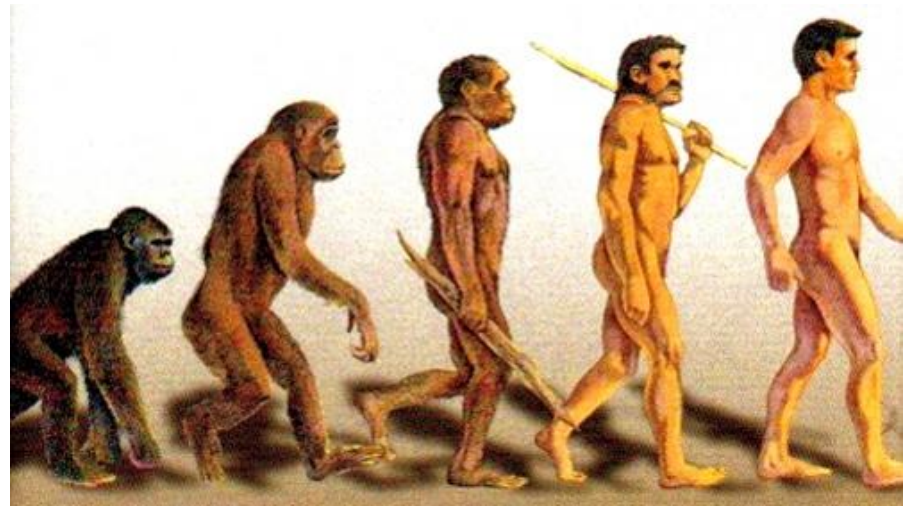
1. El estudio de la evolución se centra en el origen de la vida.



**SE CENTRA EN LA MANERA EN QUE LA VIDA HA
CAMBIADO DESPUÉS DE SU ORIGEN**

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

2. El ser humano viene del mono.



COMPARTIMOS UN ANCESTRO COMÚN

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

3. La evolución es “sólo una teoría”, no se trata de un hecho.



ES UNA TEORÍA CONFIRMADA POR EVIDENCIAS

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

4. El proceso de evolución dura mucho tiempo.



**PARA LA EVOLUCIÓN SE NECESITAN
GENERACIONES, QUE NO ES LO MISMO QUE
MUCHO TIEMPO.**

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

5. Los individuos pueden evolucionar.



SÓLO LAS POBLACIONES EVOLUCIONAN

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

6. La vida se originó y prosigue al azar.



**LA VARIACIÓN GENÉTICA SI ES ALEATORIA, PERO A
PARTIR DE ÉSTA LA SELECCIÓN NATURAL “ELIGE”
LAS VARIACIONES QUE APORTAN ALGUNA
VENTAJA QUIENES LAS POSEEN**

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

7. Si crees en la evolución no puedes creer en Dios.



**NO HAY NADA EN LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN QUE
CONTRADIGA LA EXISTENCIA DE UN PODER SUPERIOR
EN ALGUNA PARTE DEL UNIVERSO. LO QUE HACE ES
CUESTIONAR LA INTERPRETACIÓN LITERAL DE LA
BIBLIA.**

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS

- Antes del s. XX → INMUTABILIDAD



FIJISMO

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS



LINNEO (1707-1778)

FIJISMO

- Naturalista sueco
- Nomenclatura binomial o binominal

Ej. *Homo sapiens*

género

especie

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS

- Naturalista francés
- Demostró que los fósiles eran restos de organismos
- Creacionismo-catastrofismo



GEORGES CUVIER
1769 – 1832

FIJISMO

**DESCUBRIMIENTO Y
OBSERVACIÓN DE NUEVOS
ORGANISMOS PARA SU
CLASIFICACIÓN**

GRANDES SEMEJANZAS

¿PARENTESCO?

PERO NO SON DE LA MISMA ESPECIE...

**¿ANTEPASADO
COMÚN?**



TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: LAMARCKISMO



LAMARCK (1744-1829)

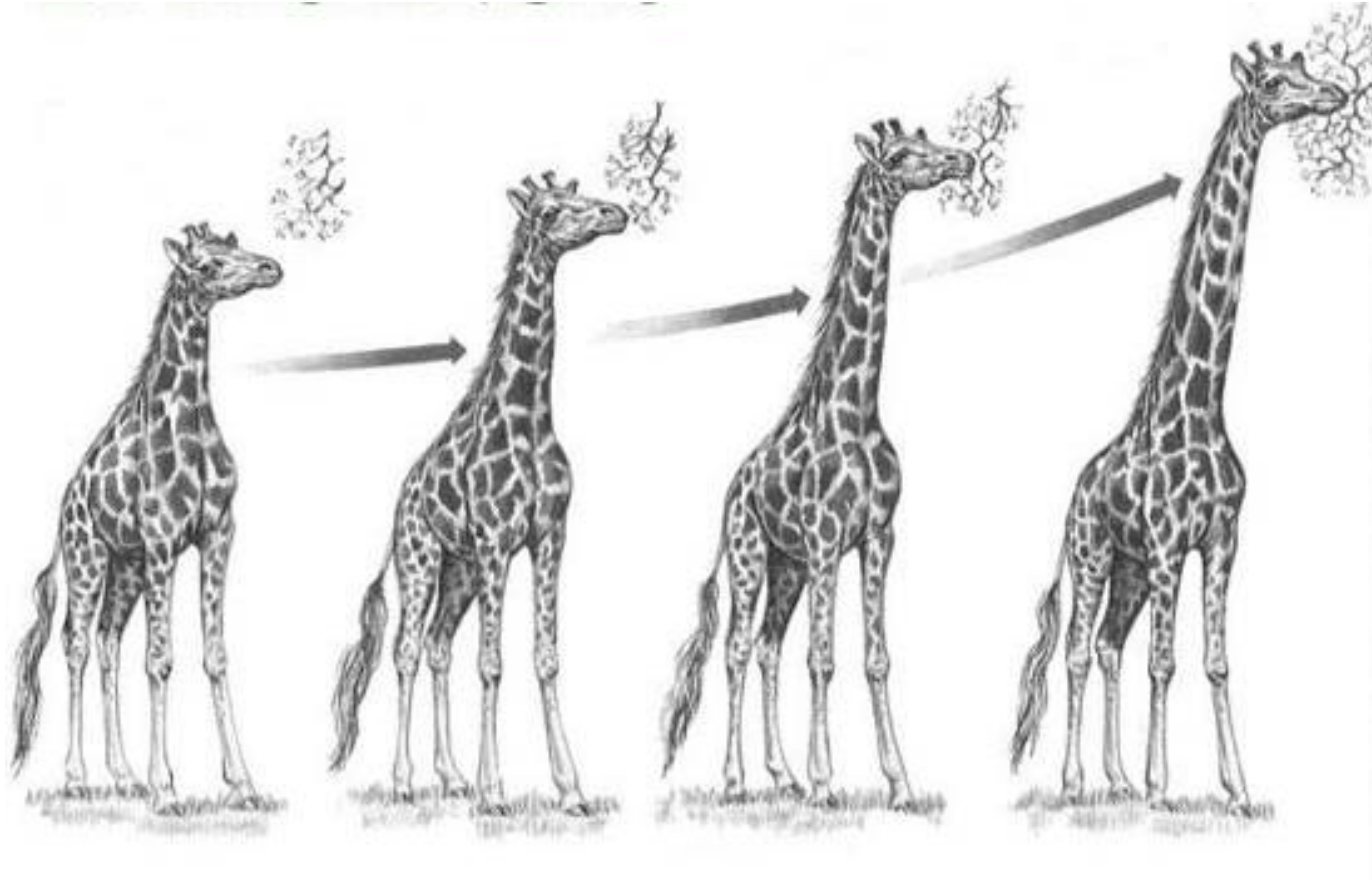
- Naturalista francés
- Fue el primero en formular una teoría que contemplaba la transformación de los organismos

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS:

LAMARCKISMO

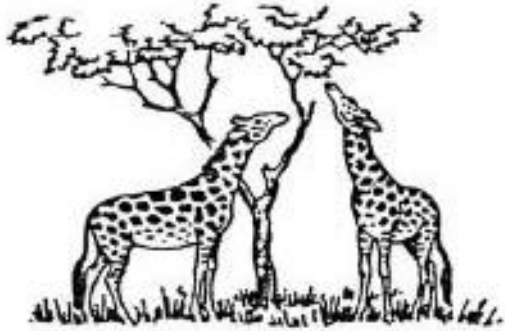
- Fuerza interna hacia la complejidad: los organismos tienen una fuerza interna que los lleva hacia una mayor complejidad → mayor perfección
- Herencia de los caracteres adquiridos: las características ventajosas que adquieren los individuos a lo largo de su vida pasan a sus descendientes
- La función crea el órgano o ley del uso y desuso: tamaño e importancia de un órgano relacionado con el mayor o menor uso que se hace de él.
 - Repetición de determinadas acciones origina un nuevo órgano
 - Si un órgano se deja de utilizar acaba desapareciendo

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: LAMARCKISMO

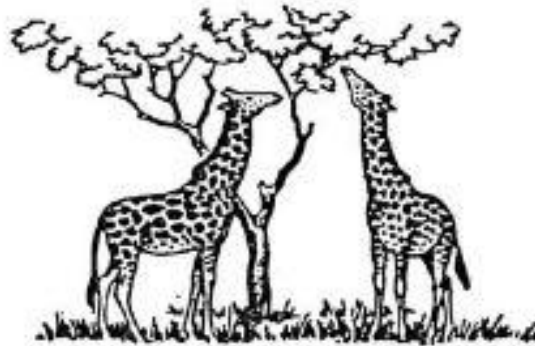


**¿CÓMO EXPLICARÍA LAMARCK QUE LAS JIRAFAS ACTUALES
TENGAN EL CUELLO MÁS LARGO QUE SUS ANTEPASADOS?**

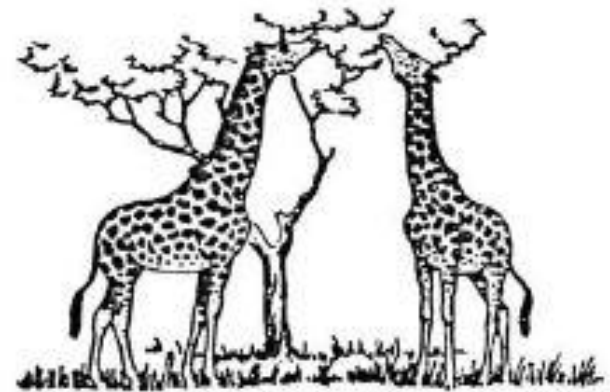
TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: LAMARCKISMO



Una población de jirafas ancestrales de cuello corto sufre el efecto de frecuentes esfuerzos en el alargamiento del cuello por alcanzar el follaje verde de los árboles de la sabana.

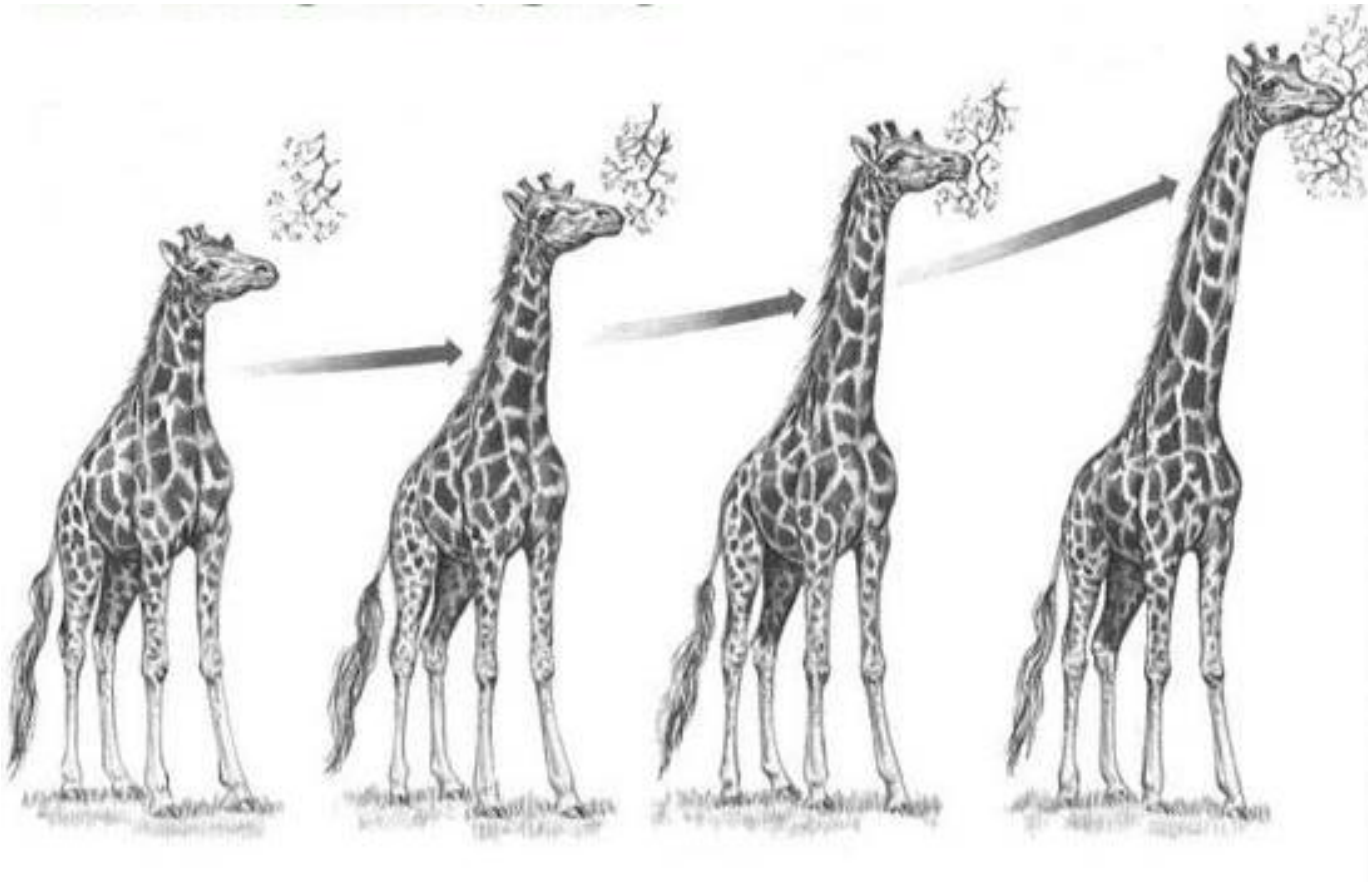


Como resultado de los esfuerzos realizados, los descendientes tienen cuellos cada vez más largos, que continúan alargándose como consecuencia de nuevos esfuerzos.



El continuo esfuerzo por alcanzar las hojas de los árboles ha dado jirafas con cuello largo.

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS



¿Y CÓMO LO EXPLICARÍAS TÚ?

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: LAMARCKISMO. ERRORES.

- Los 3 puntos de su teoría son falsos:
 - Tendencia hacia la complejidad
 - Herencia de los caracteres adquiridos
 - La función crea órganos y con el desuso desaparecen

**LOS CARACTERES QUE SE ADQUIEREN DURANTE LA VIDA,
¿ALTERAN EL ADN DE LAS CÉLULAS REPRODUCTORAS?**

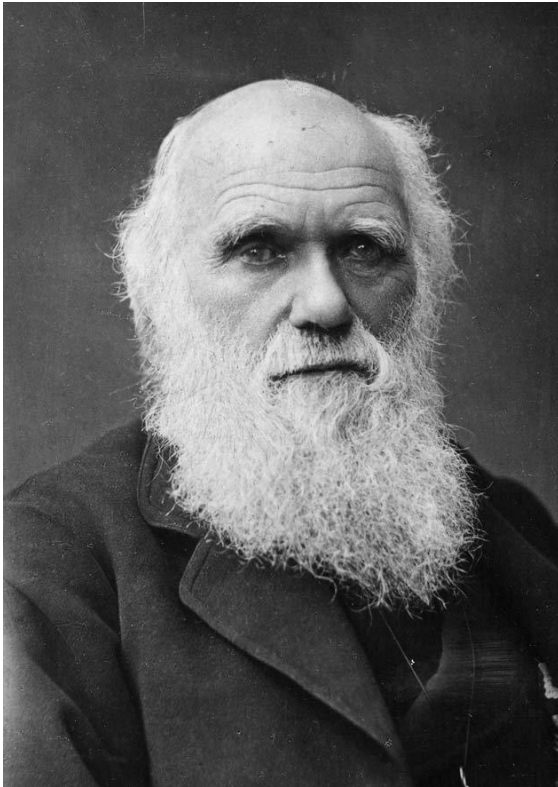


**NO SE TRANSMITEN A LOS
DESCENDIENTES**

ACTIVIDAD PARA CASA

- Página 137. Actividad 6. ¿Cómo justificaría Lamarck la reducción de las alas en los avestruces y la disminución del tamaño de los ojos en los topos?

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: DARWINISMO



- Naturalista inglés
- Se embarcó en el *Beagle* de 1831 a 1836. Durante este tiempo observó flora y fauna de diferentes lugares.
- Con toda esta información → teoría sobre el origen de las especies
- En 1859 publicó *El origen de las especies*

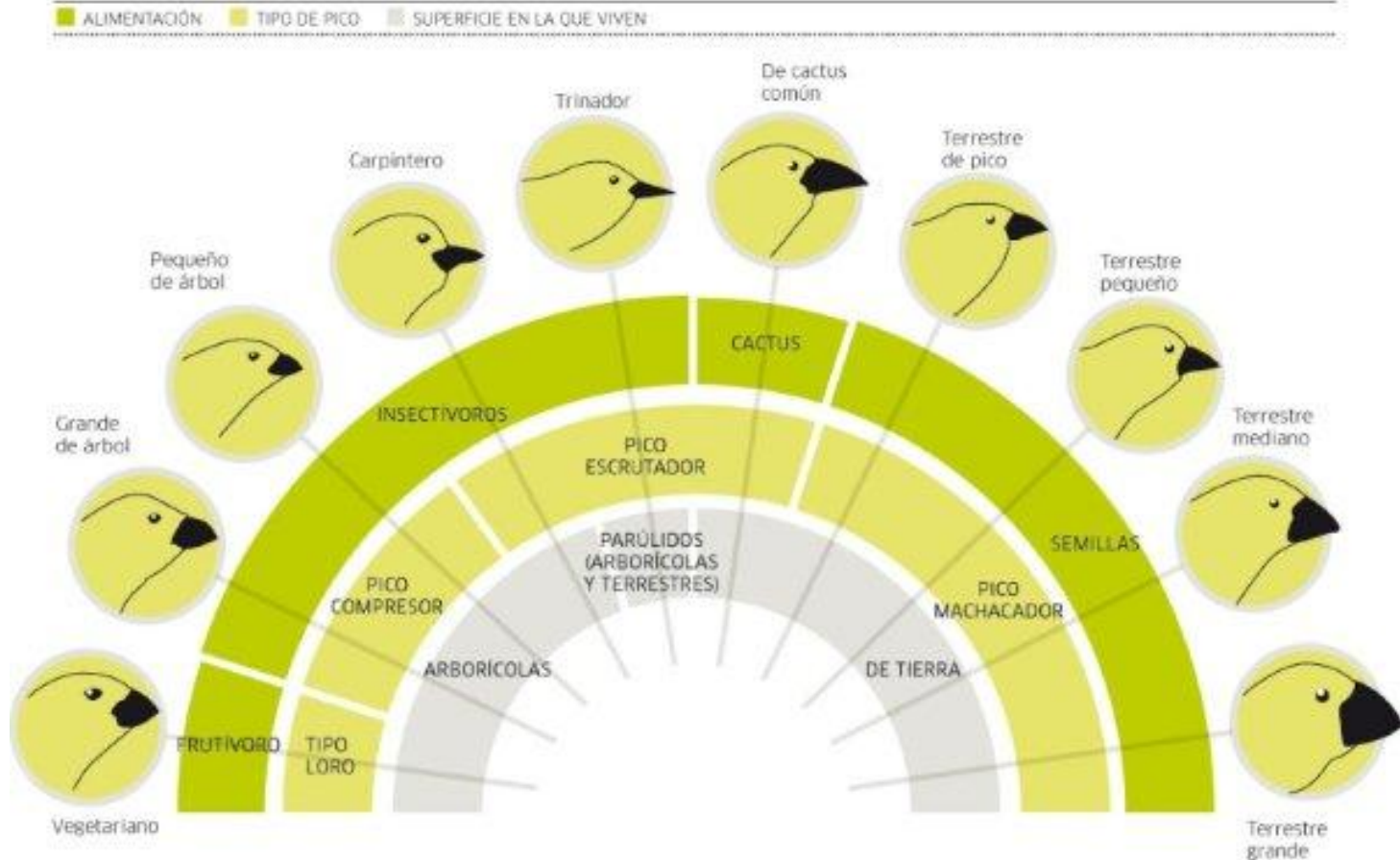
DARWIN (1809-1882)

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: DARWINISMO



TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: DARWINISMO

La variedad evolutiva se ve en el pico de los pinzones de Darwin



TEORÍAS EVOLUCIONISTAS:

DARWINISMO

- Elevado número de descendientes: los organismos tienden a tener una descendencia muy numerosa, pero el número de individuos de la población se mantiene constante. No hay alimento para todos. Nacen más de los que pueden sobrevivir.
- Variabilidad en la descendencia: aunque los dos progenitores sean los mismos sus descendientes no son idénticos → presentan diferencias → existe variabilidad.
- Selección natural: excesivo número de descendientes → lucha por la supervivencia. Sobreviven los individuos que han nacido con alguna ventaja sobre el resto, y son los que tienen más oportunidades para tener descendientes, los cuales heredarán sus características.
- ✓ **La acumulación de sucesivas variaciones en una misma dirección puede generar una nueva especie.**

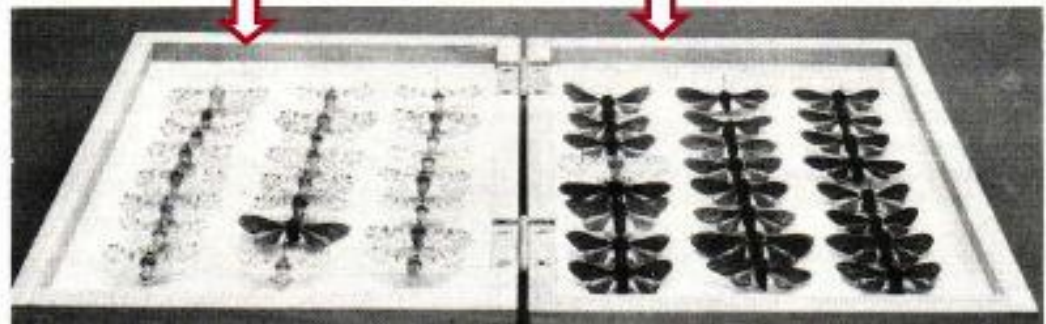
UN EJEMPLO DE SELECCIÓN NATURAL



Colecciones de *Biston betularia* típicas de las poblaciones que vivían en torno a Manchester

1850

1900

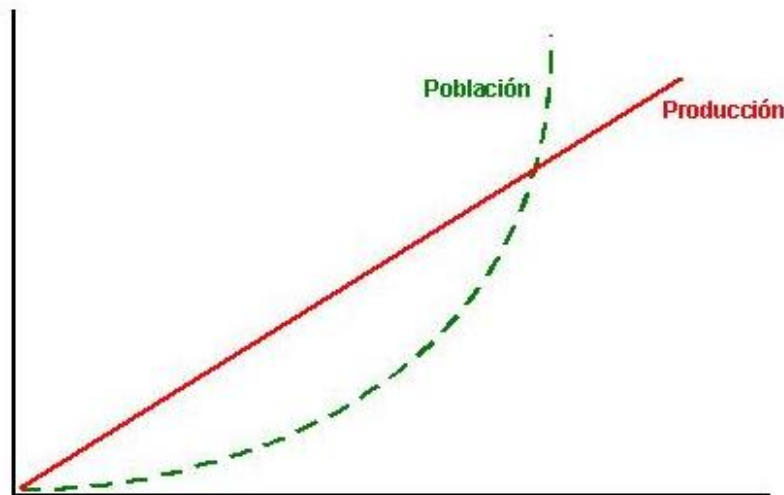


Biston betularia

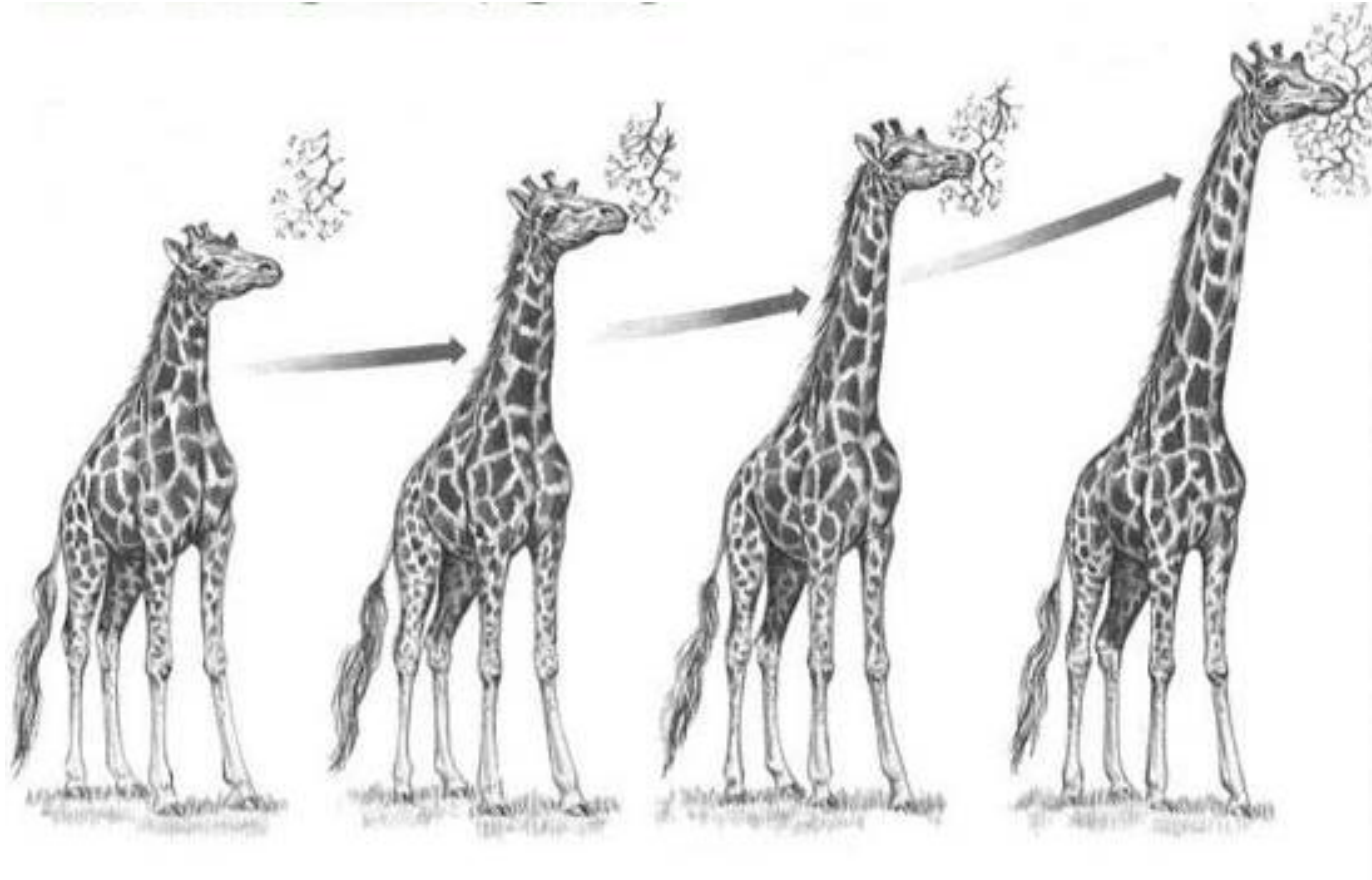
“polilla del abedul”

¿QUÉ TEORÍAS INFLUYERON EN DARWIN?

- GRADUALISMO GEOLÓGICO (HUTTON-LYELL): los procesos geológicos siguen un proceso lento y continuo (gradual). Darwin consideró que la evolución también seguía un proceso lento y continuo.
- MALTHUS:
 - La población crece en **progresión geométrica**
 - Los recursos alimentarios crecen en **progresión aritmética**

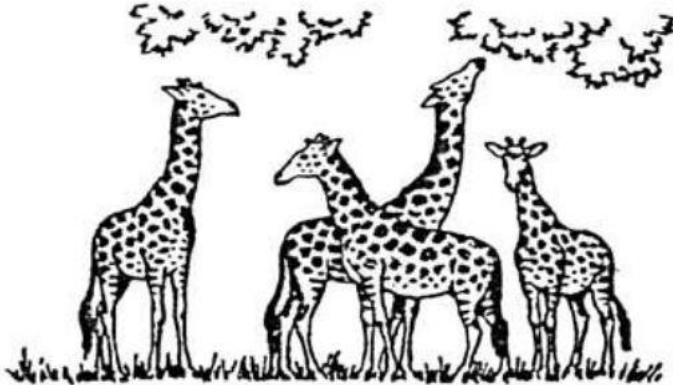


TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: DARWINISMO

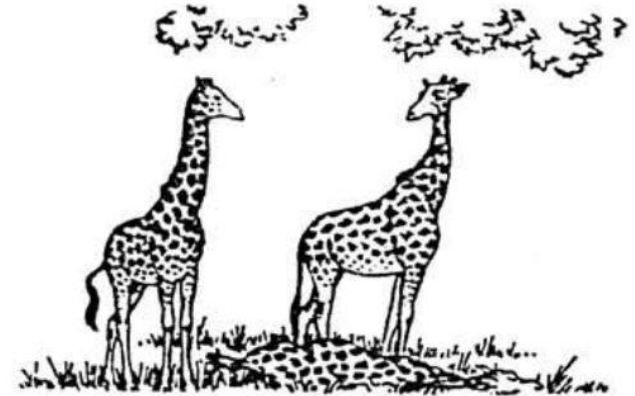


**¿CÓMO EXPLICARÍA DARWIN QUE LAS JIRAFAS ACTUALES
TENGAN EL CUELLO MÁS LARGO QUE SUS ANTEPASADOS?**

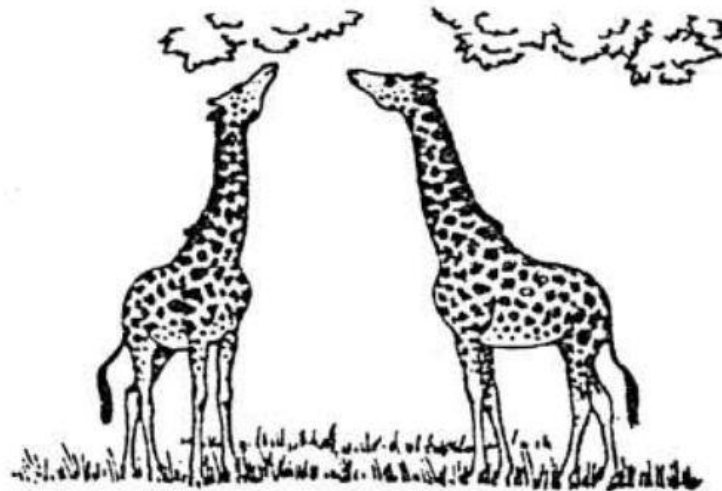
TEORÍAS EVOLUCIONISTAS: DARWINISMO



La población de jirafas ancestrales muestran una variación en la longitud del cuello.



La selección natural hace que sobrevivan sólo aquellos individuos con cuellos largos, que pueden alimentarse más fácilmente.



La selección natural ha ocasionado que sólo sobrevivan las jirafas con cuello largo.

TEORÍAS EVOLUCIONISTAS



WALLACE (1823-1913)

- Naturalista inglés
- Llegó a las mismas conclusiones que Darwin de forma independiente (también fruto de expediciones científicas)
- Cuando comunicó sus conclusiones a Darwin, este se decidió a publicar su libro *El origen de las especies*

LAMARCK

vs

DARWIN

- Fuerza interna hacia la complejidad.

- ~~• Variabilidad en la descendencia.~~

- La función crea el órgano o ley del uso y desuso.

- Elevado número de descendientes.

- ~~• Herencia de los caracteres adquiridos.~~

- Selección natural.

LAMARCK

vs

DARWIN

- Fuerza interna hacia la complejidad.
- Herencia de los caracteres adquiridos.
- La función crea el órgano o ley del uso y desuso.

- Elevado número de descendientes.
- Variabilidad en la descendencia.
- Selección natural.



The Scientific Method

HERE ARE THE FACTS. WHAT CONCLUSIONS CAN WE DRAW FROM THEM?



The Creationist Method

HERE'S THE CONCLUSION. WHAT FACTS CAN WE FIND TO SUPPORT IT?



EL PROGRESO EN GENÉTICA HA PERMITIDO DESCUBRIR...

- La razón de la variabilidad de la descendencia
- Son las poblaciones las que evolucionan, no los individuos
- Para originar una nueva especie es necesario que una población quede aislada del resto de poblaciones



SÍNTESIS DEL DARWINISMO



**NEODARWINISMO O TEORÍA
SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN**

NEODARWINISMO O TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN

- La variabilidad en la descendencia se debe a:
 - ✓ Mutaciones*
 - ✓ Recombinaciones genéticas que se producen durante la meiosis
 - ✓ Cromosomas se agrupan al azar en los gametos
 - ✓ Unión de los gametos al azar
- La selección natural elimina los individuos que presentan unos caracteres y mantiene los individuos que presentan otros. Los genes responsables de estos últimos pasan a la siguiente generación. La selección natural determina que genes perduran.
- El aislamiento reproductivo de las poblaciones, que sea imposible que se crucen individuos de la misma especie pero de diferentes poblaciones. Sólo las poblaciones aisladas pueden dar lugar a especies diferentes.

La selección natural actúa sobre los individuos, **pero sus consecuencias son las poblaciones**

La selección natural actúa sobre los fenotipos, **pero la evolución consiste en cambios en las frecuencias génicas en la población.**

Caracteres seleccionados tienen, necesariamente, una base genética.

La selección natural se observa mirando hacia atrás, **no hacia delante.**

Cada generación es el producto de la selección por las condiciones ambientales que prevalecieron en la generación anterior.

La selección natural puede producir nuevos caracteres, **pero actúa sobre caracteres ya existentes.**

La evolución de nuevos caracteres es posible porque en cada generación, las mutaciones dan lugar a nuevas variantes y por ello una nueva serie de caracteres sobre los que la selección puede actuar.

La selección natural no es perfecta.

Debido a la correlación genética entre caracteres, la selección natural no optimiza todos los caracteres implicados. La selección natural da lugar a la adaptación, pero no a la perfección.

ACTIVIDAD PARA CASA

- Página 139. Las adaptaciones (cuadro azul)



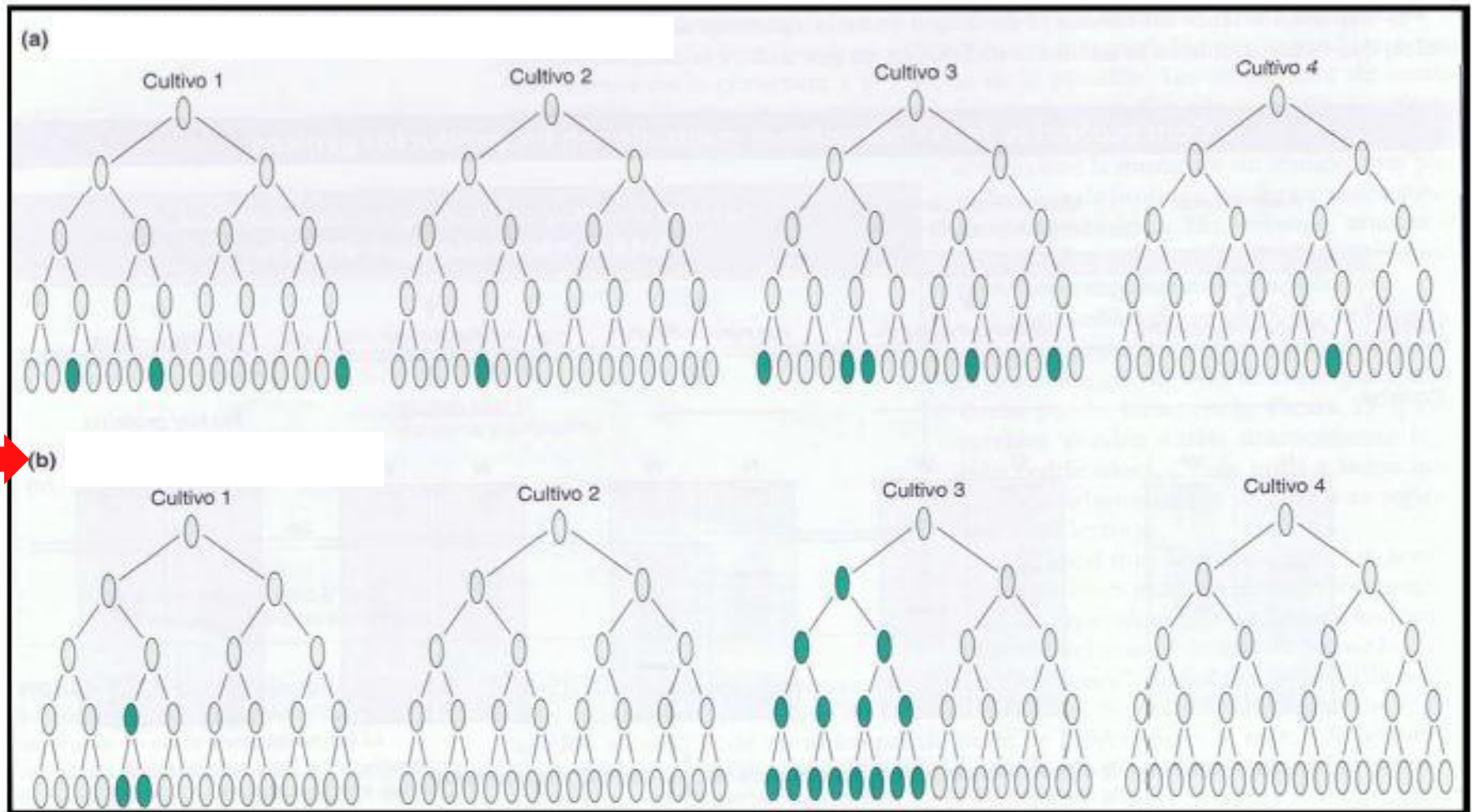
<https://www.youtube.com/watch?v=Cz6VTtIQksE>

EXPERIMENTO DE LURIA-DELBRÜCK (1943)

- ¿APARECEN LAS MUTACIONES DE MANERA ESPONTÁNEA O SON INDUCIDAS POR EL MEDIO?

Un ejemplo que conocemos actualmente que ilustra muy bien este problema... ¿los antibióticos generan la resistencia en las bacterias o existe dicha resistencia en algunas de ellas en ausencia de selección y se manifiesta tras la erradicación del resto por los antibióticos?

EXPERIMENTO DE LURIA-DELBRÜCK (1943)



STRAIN OF 1997

YOU ARE THE NEXT CLASS OF
DRUG-RESISTANT BACTERIA. AS
HUMANS CONTINUE TO ABUSE AND
OVERUSE ANTIBIOTICS, YOUR RANKS
WILL SWELL. SO, GO OUT THERE
AND MUTATE! AND REMEMBER:
THAT WHICH DOES NOT KILL US
MAKES US STRONGER!!



ALGUNAS IDEAS SOBRE LA EVOLUCIÓN...

3. La evolución es “sólo una teoría”, no se trata de un hecho.



ES UNA TEORÍA CONFIRMADA POR EVIDENCIAS

PRUEBAS DE LA EVOLUCIÓN

**PRUEBAS
PALEONTOLÓGICAS**

**PRUEBAS
EMBRIOLÓGICAS**

**PRUEBAS
ANATÓMICAS**

**PRUEBAS
BIOQUÍMICAS**

**PRUEBAS
BIOGEOGRÁFICAS**

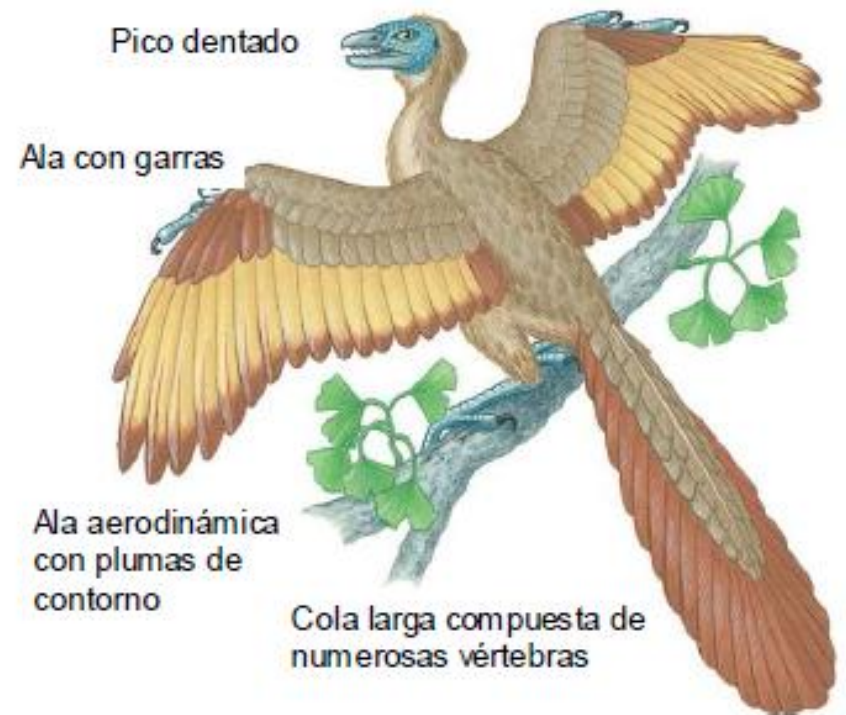
PRUEBAS PALEONTOLÓGICAS

Basadas en el estudio de los **fósiles**

- Complejidad creciente: fósiles más antiguos están en los estratos inferiores del registro fósil y son del tipo más sencillo.
Unicelulares procariotas → unicelulares eucariotas → pluricelulares eucariotas
- Diversidad creciente: en el registro fósil se ve como aumenta la diversidad de especies con el tiempo.
- Formas intermedias o de transición: fósiles que presentan características combinadas de especies muy diferentes.
Ej. *Archaeopteryx*



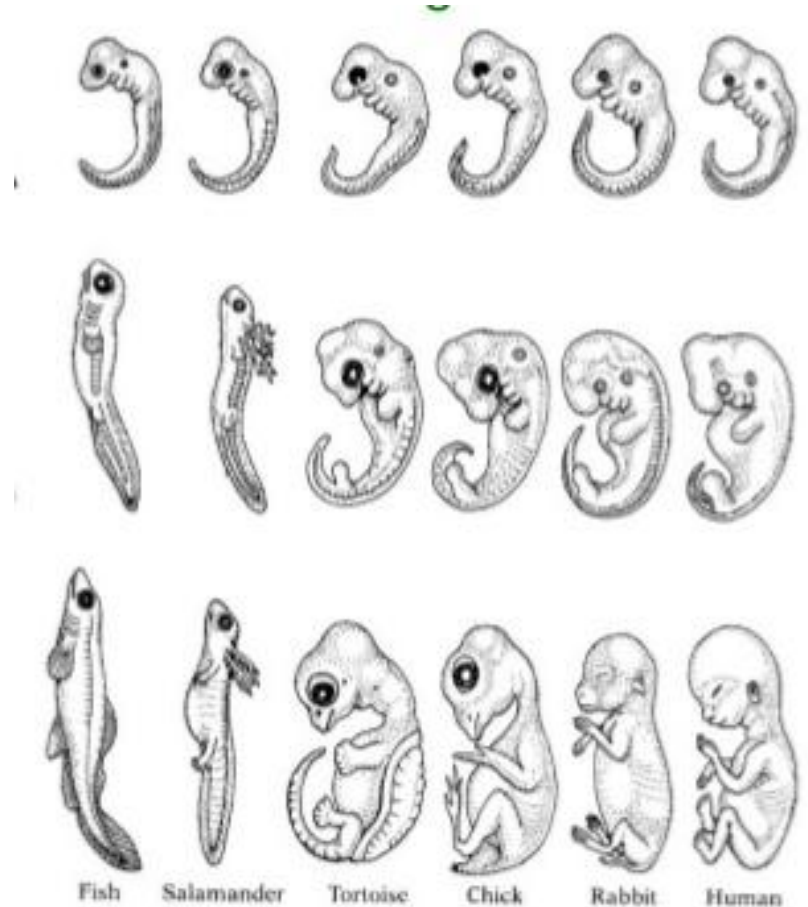
Archaeopteryx



PRUEBAS EMBRIOLÓGICAS

Basadas en el estudio de los **embriones**

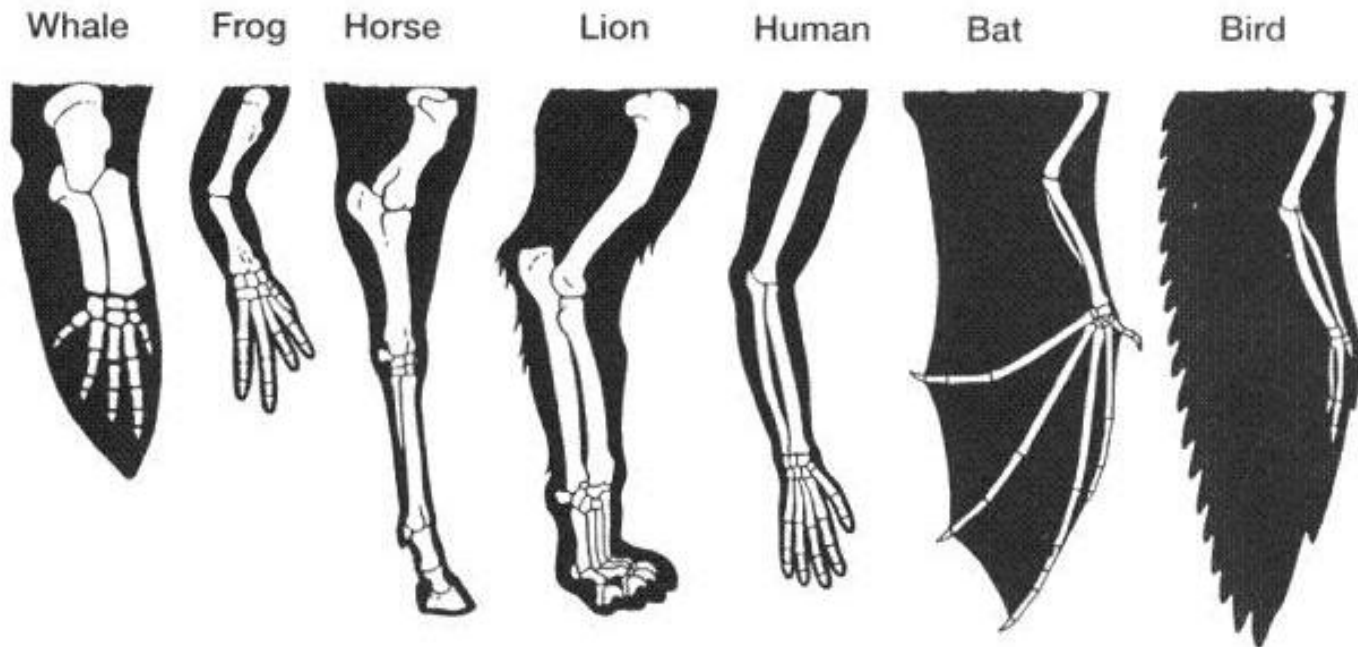
- Los embriones de distintos grupos de vertebrados presentan fases iniciales comunes.



PRUEBAS ANATÓMICAS

Basadas en el estudio comparado de la **estructura anatómica**

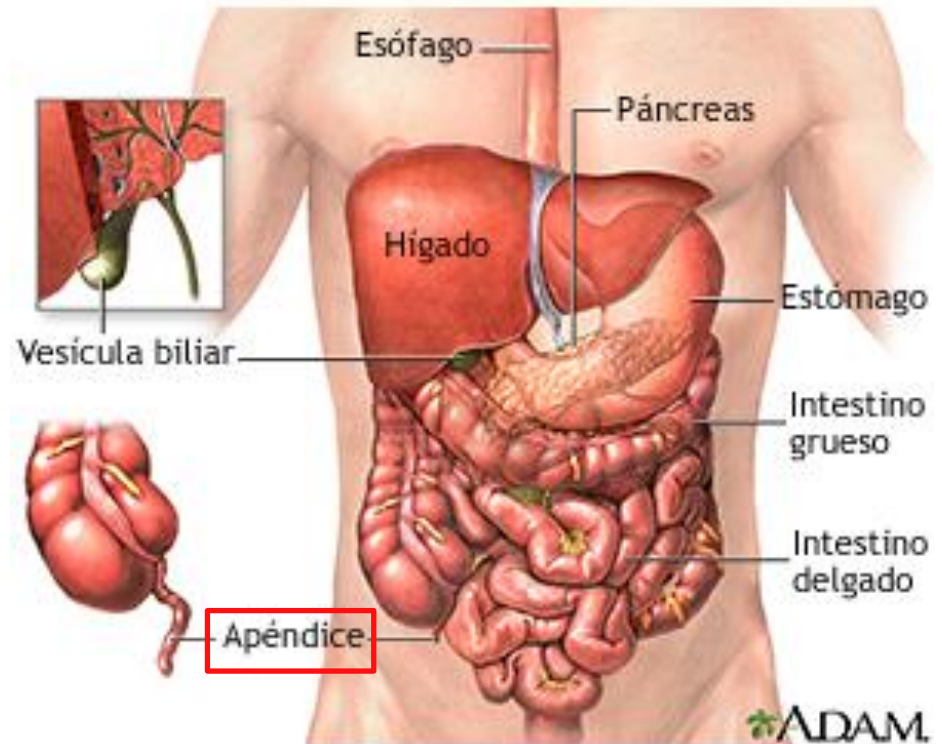
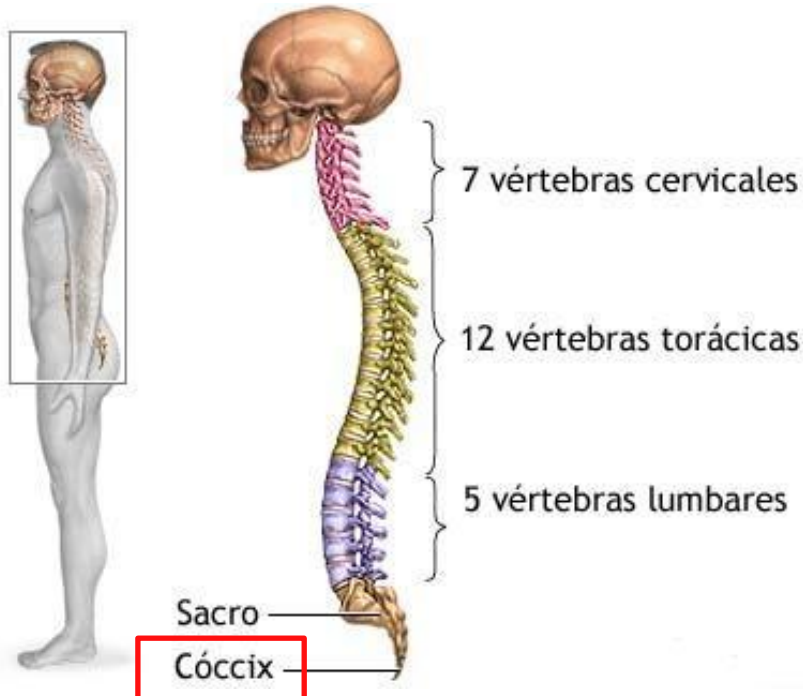
- Órganos homólogos: su estructura interna es igual o muy semejante, pero pueden realizar funciones diferentes.



PRUEBAS ANATÓMICAS

Basadas en el estudio comparado de la **estructura anatómica**

- Órganos vestigiales o rudimentarios: no realizan ninguna función.



ACTIVIDAD PARA CASA

- Órganos homólogos y análogos; divergencia y convergencia evolutivas. ¿Qué son cada uno y qué relación tienen entre sí?

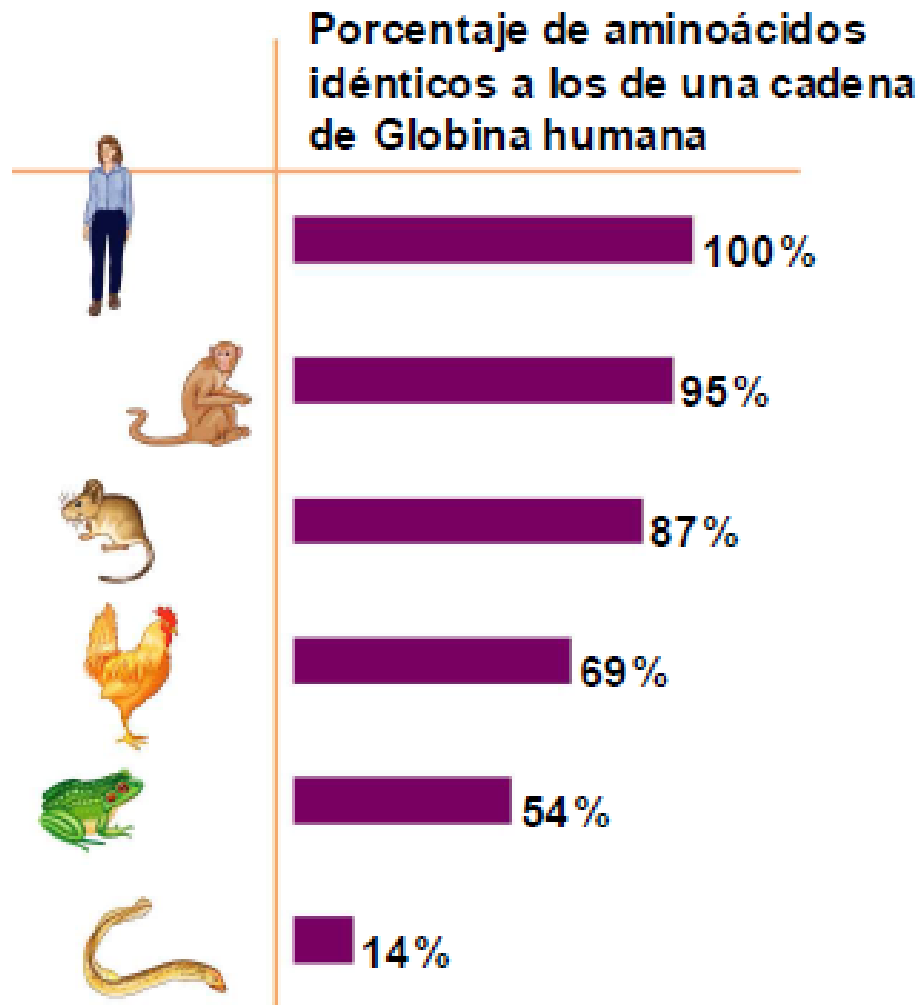
PRUEBAS BIOQUÍMICAS

- Semejanza entre las moléculas de los organismos y entre los procesos bioquímicos.
- Comparando la estructura molecular de proteínas y ácidos nucleicos se puede deducir el grado de parentesco.

Diferencias en los ADN entre los póngidos y la especie humana

<i>Especies comparadas</i>	<i>Diferencias en el ADN (%)</i>
<i>Hombre-gorila</i>	<i>1'4</i>
<i>Hombre-chimpancé</i>	<i>1'2</i>
<i>Gorila-chimpancé</i>	<i>1'2</i>
<i>Hombre-orangután</i>	<i>2'4</i>
<i>Gorila-orangután</i>	<i>2'4</i>
<i>Chimpancé-orangután</i>	<i>1'8</i>

PRUEBAS BIOQUÍMICAS



PRUEBAS BIOGEOGRÁFICAS

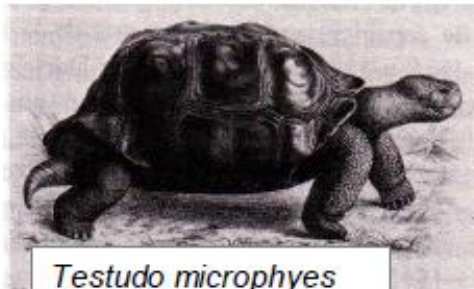
Endemismos (especies endémicas): especies que sólo viven en un área pequeña, exclusivas de esa zona.

- Cuanto más aislada está una zona... ¿mayor o menor número de endemismos?

Cuanto más aisladas están las poblaciones, más probabilidades de evolucionar hacia formas diferentes.

PRUEBAS BIOGEOGRÁFICAS

Testudo abingdonii
Isla Pinta



Testudo microphyes
Isla Isabela



Testudo ephippium,
Isla Santa Cruz



Nada tiene sentido en biología si
no es a la luz de la evolución

THE ORIGIN OF SPECIES

Theodosius Dobzhansky

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN
FOR LIFE.



T. Dobzhansky (1900-1975)

LA ESPECIACIÓN

ESPECIACIÓN: proceso a través del cual surge una especie nueva.

Aislamiento reproductivo de la población

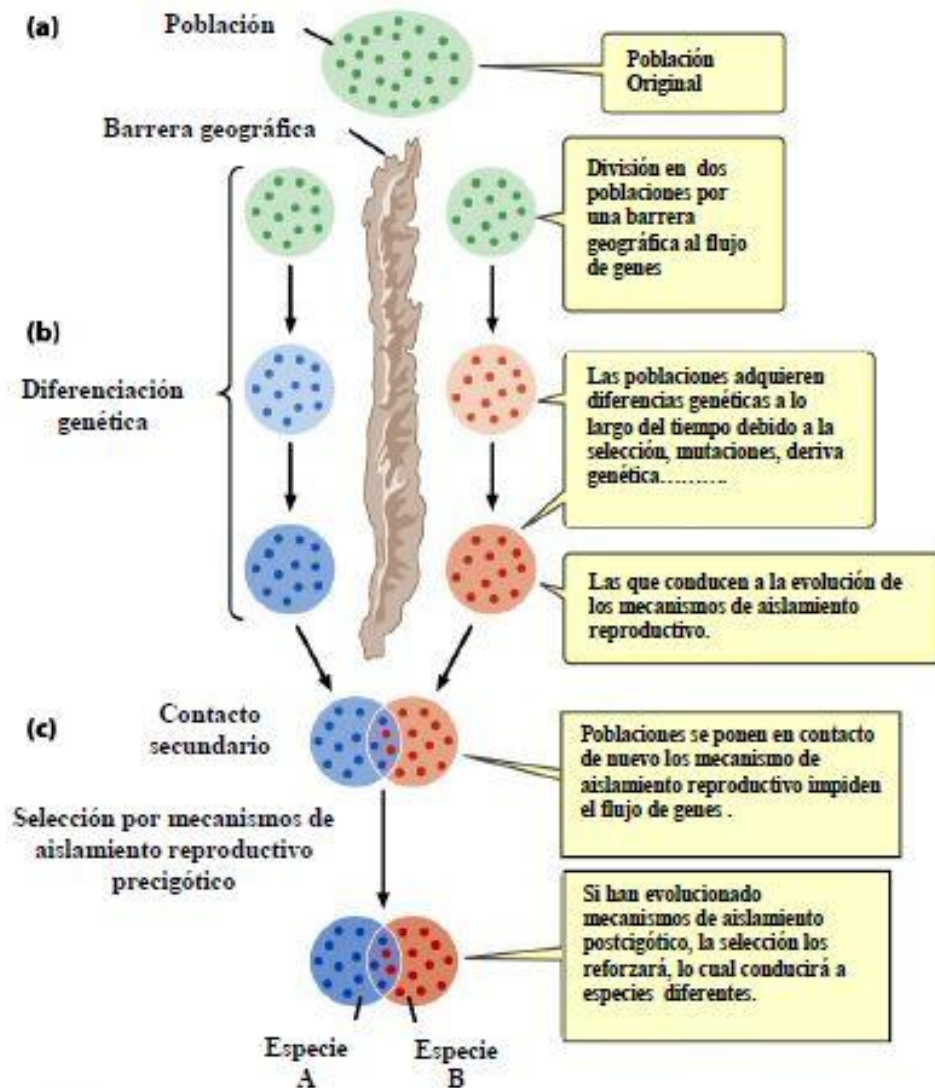
MOTIVOS
GEOGRÁFICOS

MOTIVOS NO
GEOGRÁFICOS

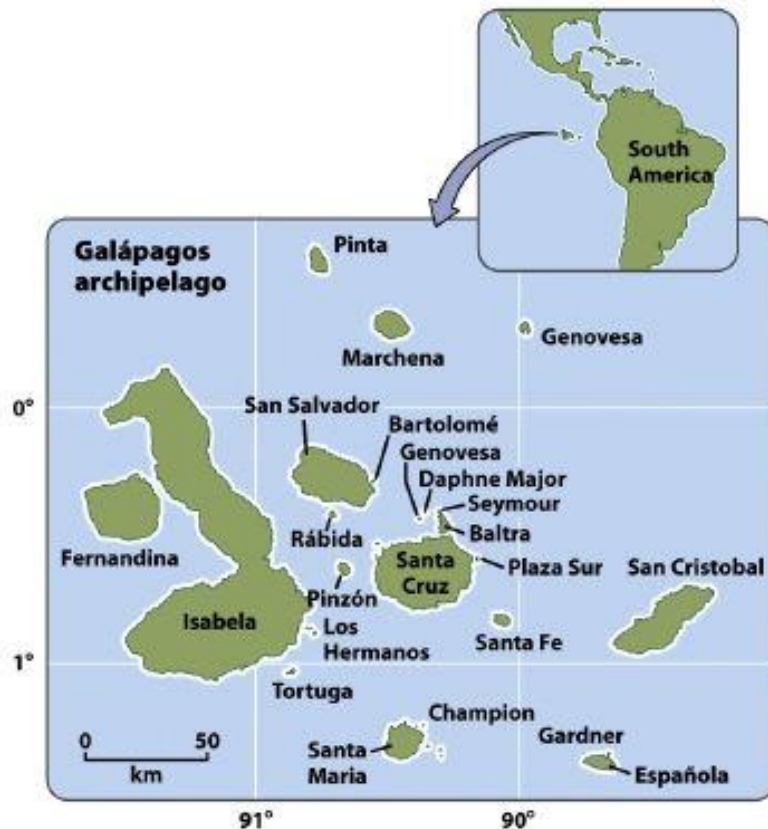
ESPECIACIÓN
INSTANTÁNEA
POR MUTACIÓN

ESPECIACIÓN ALOPÁTRICA/ AISLAMIENTO GEOGRÁFICO

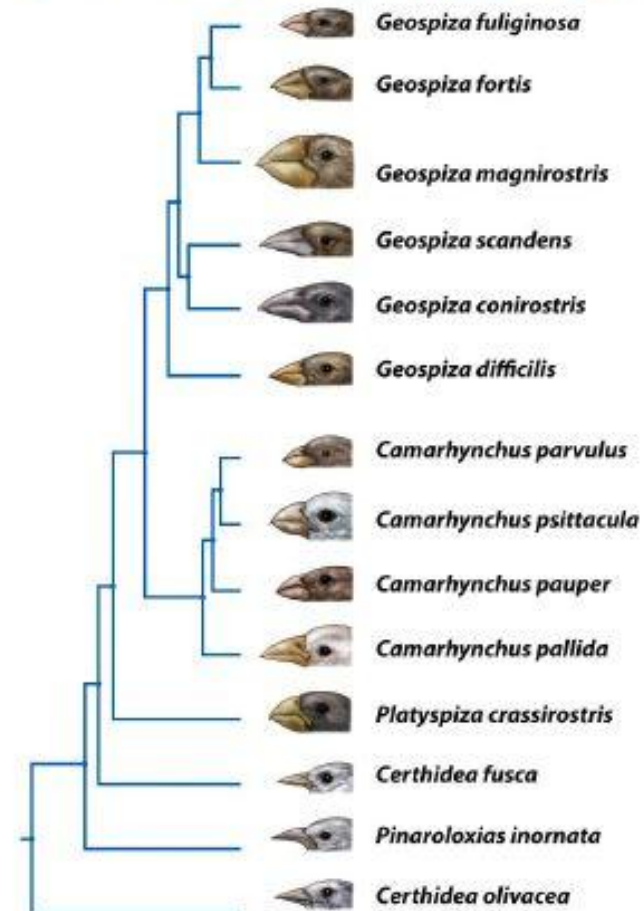
Surge cuando una
barrera geográfica
divide una población
en 2 grupos



ESPECIACIÓN ALOPÁTRICA/ AISLAMIENTO GEOGRÁFICO



Relaciones evolutivas inferidas a partir de microsatélites



ESPECIACIÓN SIMPÁTRICA/ AISLAMIENTO NO GEOGRÁFICO

- Surge en ausencia de una barrera externa, se da entre poblaciones que viven en el mismo lugar.
- Después de muchas generaciones serán tan diferentes que:
 - a. Resultará imposible que se crucen → aislamiento reproductivo **precigótico**
 - b. Si se cruzan, sus descendientes no serán fértiles → aislamiento reproductivo **postcigótico**

AISLAMIENTO REPRODUCTIVO PRECIGÓTICO

**Aislamiento
ECOLÓGICO**

**Aislamiento DE
COMPORTAMIENTO**

**Aislamiento
TEMPORAL**

**Aislamiento
MECÁNICO**

AISLAMIENTO REPRODUCTIVO PRECIGÓTICO

**Aislamiento
ECOLÓGICO**

2 poblaciones se han
acostumbrado a vivir en
ambientes diferentes



AISLAMIENTO REPRODUCTIVO PRECIGÓTICO

Aislamiento DE COMPORTAMIENTO

(etológico)

2 poblaciones (que se han separado un tiempo) han adquirido comportamientos reproductivos tan diferentes que machos y hembras ya no se atraen en el cortejo

Rituales propios
de cortejo



Piqueros de patas azules en
las Islas Galápagos

AISLAMIENTO REPRODUCTIVO PRECIGÓTICO

Aislamiento TEMPORAL

La reproducción ocurre en distintas épocas del año

Spilogale putorius
▪ Se aparea al final del invierno

Las especies se aparean en diferentes momentos



Spilogale gracilis
▪ Se aparea al final del verano

AISLAMIENTO REPRODUCTIVO PRECIGÓTICO

Aislamiento TEMPORAL



Rhagoletis pomonella (apple maggot)

El proceso de reproducción tiene lugar en las proximidades de la fuente de alimentación



Crataegus monogyna
Los frutos maduran tarde



Rhagoletis pomonella
Población

Mutación
→
150 años



Malus domestica
Los frutos maduran pronto

AISLAMIENTO REPRODUCTIVO PRECIGÓTICO

Aislamiento MECÁNICO

2 poblaciones (que se han separado un tiempo) han adquirido formas o tamaños tan diferentes que es imposible la cópula

Las diferencias morfológicas pueden impedir el éxito en el apareamiento

Dos especies próximas del género *Mimulus* difieren en la forma y el color de las flores



AISLAMIENTO REPRODUCTIVO POSTCIGÓTICO

Inviabilidad del
híbrido

Esterilidad del
híbrido

Fracaso del
híbrido

ESPECIACIÓN INSTANTÁNEA POR MUTACIÓN

- Causada por mutaciones especiales → duplicación de los cromosomas



Esto impide la reproducción de un individuo con otros de la especie progenitora

A yellow starburst shape with multiple points, containing the text 'NUEVA ESPECIE'.

**NUEVA
ESPECIE**

**SELECCIÓN
ARTIFICIAL**

¿QUÉ ES?



¿SE PARECEN? ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN?

SELECCIÓN ARTIFICIAL



¿CONOCÉIS ALGUNA OTRA FORMA DE SELECCIONAR O INFLUIR EN LA EVOLUCIÓN?

**INGENIERÍA
GENÉTICA**



Todo cambio intencionado y dirigido de la información genética contenida en las células de un organismo.

**ORGANISMO
GENÉTICAMENTE
MODIFICADO (OGM)**



Organismo cuyo ADN ha sido modificado de forma no natural mediante técnicas de ingeniería genética.

**ORGANISMO
GENÉTICAMENTE
MODIFICADO (OGM)**

Organismo cuyo ADN ha sido modificado de forma no natural mediante técnicas de ingeniería genética.

**ORGANISMO
TRANSGÉNICO**

Los organismos transgénicos están genéticamente modificados, pero con genes pertenecientes a otros organismos muy distintos a ellos (distinta especie).

OGM

